



## HIDRÔMETROS: VILÕES DA SOBRETAXAÇÃO?

Eduardo Bratfisch Dominiqini\*, Prof. Dr. José Gilberto Dalfré Filho, Prof. Dr. André Luiz Sotero Salustiano Martim

### RESUMO

A hidrometria é de grande importância na engenharia hidráulica, pois é a área de estudo que determina uma informação essencial que é a vazão consumida. Conhecendo-se esta vazão com exatidão, além de uma cobrança justa da população abastecida, pode-se verificar a quantidade de água utilizada no sistema de abastecimento e, por conseguinte, fornecer importantes dados para analisar as perdas de água no sistema. Dentro deste contexto, o presente projeto de pesquisa tem como escopo estudar e caracterizar os hidrômetros comumente utilizados nas redes de abastecimento para, assim, contribuir na diminuição de problemas de submedições, o que afeta o faturamento das empresas, ou sobremedições, o que afeta a população abastecida. Ademais, apresentar um parâmetro confiável para os consumidores, sanando as dúvidas sobre as possíveis sobretaxações causadas pelo eventual escoamento de ar pelos hidrômetros.

Palavras-chaves: Injeção de ar; Escoamento água/ar, Hidrômetro, Micromedição.

### 1. INTRODUÇÃO

Qualquer empresa de saneamento, seja ela governamental, privada ou até de capital misto, apresenta uma gigantesca função socioambiental de abastecimento e conservação de corpos hídricos urbanos, sendo responsável pelo tratamento e transporte de um dos mais importantes recursos naturais, a água. Desta maneira, estas empresas necessitam dominar e entender seus sistemas hidráulicos, a fim de prever e encontrar problemas nos mesmos.

As medições de vazão são realizadas por equipamentos hidráulicos chamados de hidrômetros. De acordo com a definição proposta por Tsutiya (2006), são aparelhos destinados a medir e indicar a quantidade de água fornecida pela rede distribuidora a uma instalação predial, definição, a qual se assemelha à encontrada na NBR 8009:1997 que estipula o equipamento como “instrumento destinado a indicar e totalizar, continuamente, o volume de água que o atravessa”.

Tsutiya (2006) também expõem as duas formas principais de mensurar a quantidade de água que passa por esse medidor, definindo-os como volumétricos e velocimétricos (taqueométricos).

Sendo assim, hidrômetros, como qualquer outro medidor, apresentam faixas de incerteza que podem fazer com que haja alteração no valor mensurado. Desta maneira, o seguinte projeto tem como escopo caracterizar os hidrômetros de maneira analisar a ocorrência de possíveis sobretaxas para os consumidores, em particular destacando o efeito da presença de ar nas tubulações e suas consequências para micromedição.

### 2. OBJETIVOS

O objetivo geral desta pesquisa foi analisar a sobremedição de hidrômetros, em situação de escoamento bifásico ar/água.

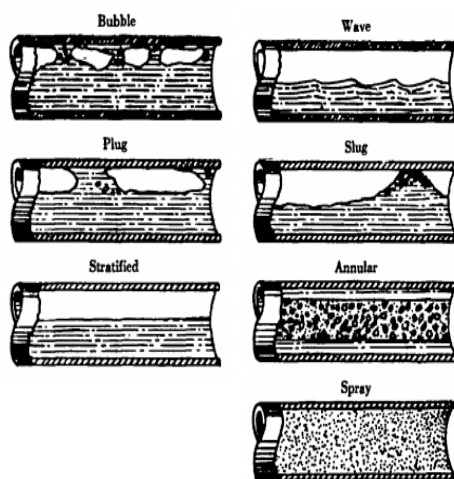
## TEORIA:

A mistura ar-água é inevitável em uma tubulação, já que sempre haverá uma quantidade de ar diluído no escoamento de água, entretanto, como sugerido por Mello e Farias (2001) esta parcela de ar diluído é mínima e não apresenta um valor significativo para provocar erros de medição.

Contudo, devido ao mau funcionamento do sistema, seja em sua na concepção, construção ou manutenção o ar pode se acumular em regiões com a topografia acidentada, formando bolsões de ar, neste caso, é proposto a instalação de uma válvula ventosa a fim de eliminar estes bolsões e promover um correto funcionamento da tubulação.

Há também a formação de bolhas que podem fluir junto ao escoamento e formar padrões de escoamento bifásico, como será descrito no tópico seguinte.

Segundo Aquino (2013) estas bolhas podem ser formadas por inúmeros motivos, tais como, vórtices provenientes da sucção das bombas, rompimento de tubulões e interrupções temporárias de fornecimento de energia, podendo citar também, além disso, como exposto por Miranda (2011), a entrada de ar na tubulação devido à intermitência no fornecimento de água, que podem acontecer devido à deficiências na operação do sistema ou por prática de rodízios, algo muito comum em algumas regiões do Brasil.



*Fonte: Falvey, 1980*

*Figura 1 – Padrões de escoamento ar e água em tubulações horizontais. Autor:*

Como descrito nos tópicos anteriores, a presença de ar na tubulação pode ser ocasionada por diversos fatores. Contudo, este ar incorporado no escoamento pode apresentar diferentes padrões dependendo de inúmeros fatores (pressão, velocidade, rugosidade etc.). Estes padrões são apresentados na figura a seguir, como proposto por Falvey (1980).

## Procedimento de Ensaio

Os ensaios realizados no LHMf da Unicamp foram executados seguindo o seguinte roteiro de ensaio, conforma a rotina de procedimento:

### **I - Etapa de Ajuste e Configuração**

1. Verificação das condições de segurança e uso dos EPIs
2. Inicialização da bomba de recalque;
3. Retirada do ar preso em singularidades da bancada;
4. Ajuste da vazão por meio do rotâmetro;
5. Injeção de ar na tubulação por meio do compressor;
6. Verificação da estabilização do escoamento;

### **II – Etapa de coleta de dados**

7. Registro dos valores de pressão dos manômetros;
8. Registro da imagem do escoamento;
9. Leitura do segundo valor mensurado pelo hidrômetro;
10. Classificação do escoamento bifásico;
11. Determinação de volume pelos valores mensurados pela balança e pelo hidrômetro;
12. Leitura do segundo valor mensurado pelo hidrômetro;
13. Consolidação de dados e verificação de falhas

### **III – Etapa de finalização**

14. Fechamento de válvulas;
15. Desligamento da bomba e dos equipamentos elétricos.

## **3. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Com a montagem da bancada e realização dos procedimentos para coleta das medições, foi possível, de maneira parcial, realizar ensaios com o um hidrômetro volumétrico.

Os resultados experimentais obtidos contêm tanto a imagem representativa dos escoamentos água/ar na tubulação, quanto os valores de pressão dos dois escoamentos (água e ar), além dos volumes de água registrados pelo hidrômetro e pela medição mássica.

Como apresentado anteriormente na página 2, o escoamento ar/água pode ser caracterizado em padrões, sendo que estes padrões variam de acordo com a inclinação da tubulação, pressão e vazão das duas fases do escoamento. Sendo assim, com a instalação da tubulação transparente a montante do hidrômetro foi possível registrar imagens dos diferentes escoamentos e caracterizá-los conforme os padrões estipulados e caracterizados por Falvey (1980).

A seguir, estão apresentadas as imagens registradas (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**) do escoamento e a respectiva caracterização deste.

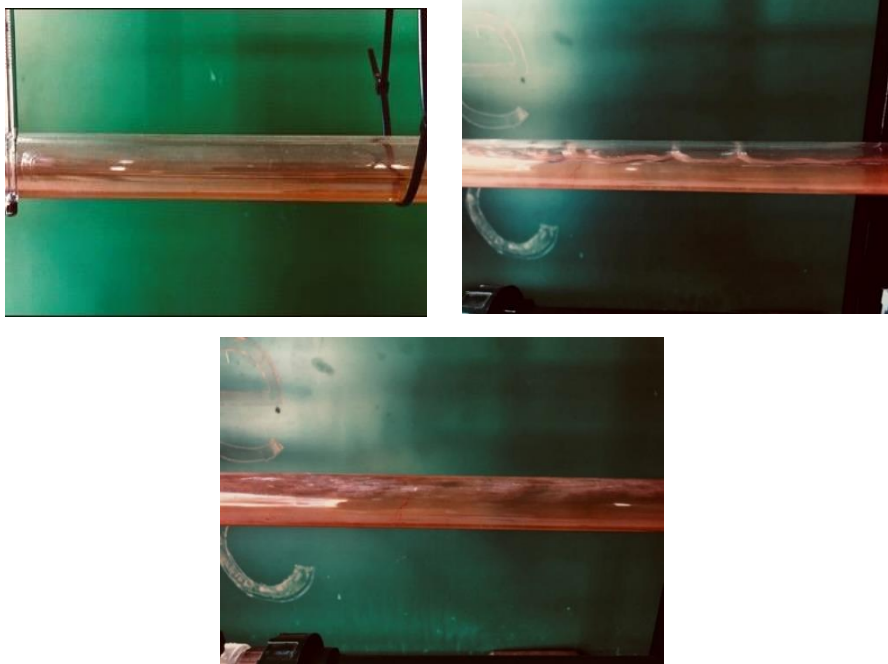
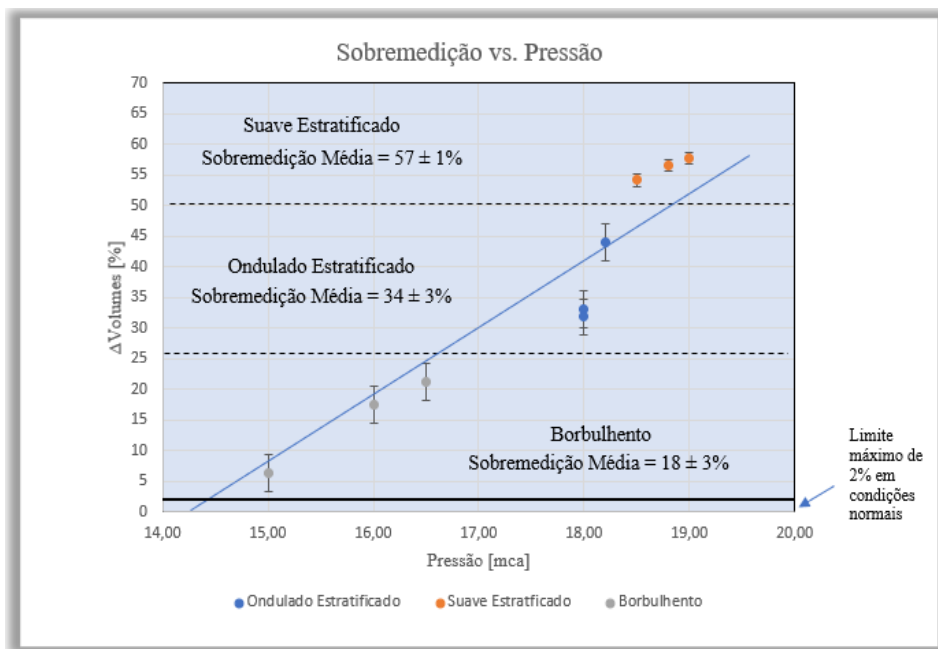


Figura 7 – Padrões de escoamento

Posteriormente ao registro das imagens do escoamento, realizou-se as medições de volumes e pressões dos escoamentos:

As pressões registradas pelos manômetros e as variações percentuais de volume entre os valores registrados pelo hidrômetro e pelas aferições mássicas.



Fonte: Autor, 2020.

Figura 2 - Gráfico relacionando a sobremedicação em função da pressão e as regiões de cada padrão

O gráfico apresentado pela Figura 2 - Gráfico relacionando a sobremedição em função da pressão e as regiões de cada padrão observado. Figura 2, tenta estabelecer uma tendência linear entre o aumento da pressão e o conseqüente aumento da sobremedição. Houve também a secção da área de gráfico em três partes, uma para cada padrão, além de estabelecer a sobremedição média para cada secção. Além disso, se incluiu uma linha no valor de 2%, representando o limite estabelecido pelo INMETRO para um hidrômetro classe C.

Por meio da análise dos dados obtidos durante os ensaios do hidrômetro volumétrico, pôde-se observar alguns resultados previamente esperados para este tipo de medidor.

Esta expectativa prévia dos resultados foi baseada na concepção do hidrômetro volumétrico, o qual afere o valor de volume por meio da contagem de ciclos de enchimento de uma câmara com o volume conhecido, sendo assim, era de se esperar que este medidor apresenta maior suscetibilidade ao “erro” quando submetido à escoamento ar/água, algo que validado pelos resultados encontrados durante os experimentos.

Estas conclusões foram observadas devido ao procedimento utilizado no experimento, o qual utilizou uma vazão de ar constante, alterando-se somente a vazão de água. Deste modo, os resultados refletiram que a variação percentual entre os volumes mássico e os obtidos pelo hidrômetro é inversamente proporcional à pressão do escoamento de água, ou seja, ao aumento da vazão de água e a menor predominância do ar.

Tendo em vista o problema da sobretaxação ocasionada pela presença do ar nas tubulações devido à intermitência, temos uma condição em que os consumidores de áreas afetadas por faltas d'água podem estar sofrendo com estas sobremedições. Isto é respaldado em alguns ensaios experimentais realizados por autores brasileiro, entretanto, ainda há algumas lacunas a serem preenchidas, principalmente a despeito do estudo do comportamento destes hidrômetros em situação real, focalizando no funcionamento dos hidrômetros volumétricos – como exposto no tópico anterior.

De qualquer maneira, a presença do ar nos sistemas de abastecimento representa uma condição anômala e muito problemática para os sistemas de distribuição e, portanto, deve ser combatida. Para isto, pode-se propor a instalação de dispositivos eliminadores de ar à montante dos hidrômetros, como os analisados por Lopes *et al.* (2011) e expostos na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** Estes equipamentos se utilizados de maneira ampla podem ter a capacidade de mitigar os efeitos do ar nos medidores, algo que seria muito benéfico tanto para a companhia de abastecimento quanto para os consumidores.

## REFERÊNCIAS

ARREGUI, F. CABRERA, E. Jr., COBACHO, R. SERRA J. G. **Key factors Affecting Water Meter Accuracy.** Institute for water technology. Universidad Politecnica de Valencia. Valência, Espanha. 2005.

AQUINO, G. A. de. **Caracterização Do Escoamento De Ar Em Adutoras E Válvulas Ventosas.** 2013. 138 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Recursos Hídricos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.

AZEVEDO NETTO, J. M. de. et al. **Manual De Hidráulica.** 8.ed. São Paulo: Blucher, 1998.

FALVEY, H.T. **Air-Water Flow In Hydraulic Systems.** United States Bureau Of Reclamation. Engineering monograph n. 41, 1980.

MIRANDA, I. dos S. L. **Presença De Ar No Sistema De Abastecimento De Água: Influências Na Macro E Micromedição.** 2011. 90 f. Trabalho de Diplomação - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de água.** 3.ed. São Paulo: Poli – USP, 2006.